

S/N 09/902,365

**PPM DEMODULATOR**

**Patent number:** JP9098193  
**Publication date:** 1997-04-08  
**Inventor:** OTANI MASAHIRO  
**Applicant:** SHARP CORP  
**Classification:**  
**- international:** H04L25/49  
**- european:**  
**Application number:** JP19950253061 19950929  
**Priority number(s):**

Also published as:

EP0766393 (A2)

US5691665 (A1)

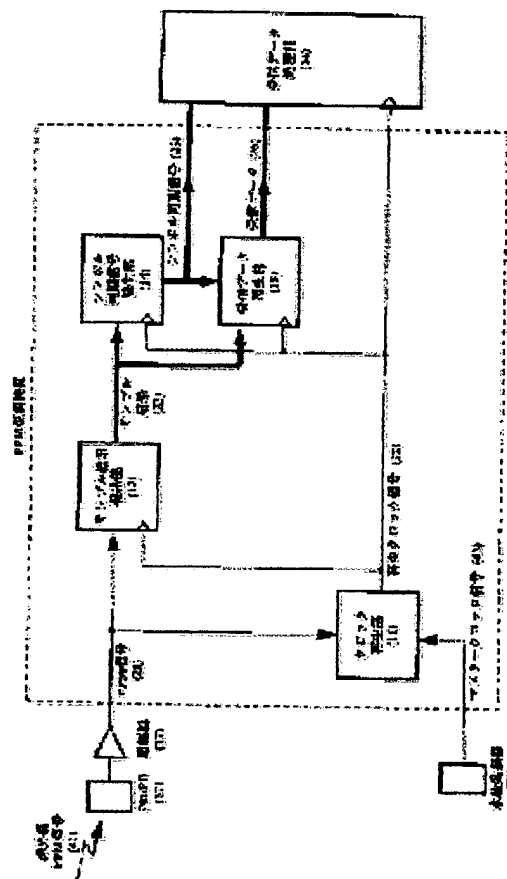
EP0766393 (A3)

EP0766393 (B1)

**Abstract of JP9098193**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable correct demodulation at all times even when a signal extending the received pulse width of a PPM signal almost double as wide as the original pulse width is inputted.

**SOLUTION:** A regenerative clock signal is extracted from a received PPM signal 21 by a clock reproducing part 11 and the result of PPM signal sampling due to the reproduced clock is held in a sampled result holding part 12. Symbol synchronism is possessed from the received PPM signal 21 by a symbol synchronizing signal generating part 14. Based on the sampled result, reproduced clock signal and symbol synchronism, the result of sampling plural times in the past is analyzed by a received data reproducing part 15 and received data are demodulated by any peculiar procedure.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-98193

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>  
H 0 4 L 25/49

識別記号 庁内整理番号  
9199-5K

F I  
H 0 4 L 25/49

技術表示箇所  
R

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平7-253061

(22)出願日 平成7年(1995)9月29日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 大谷 昌弘

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

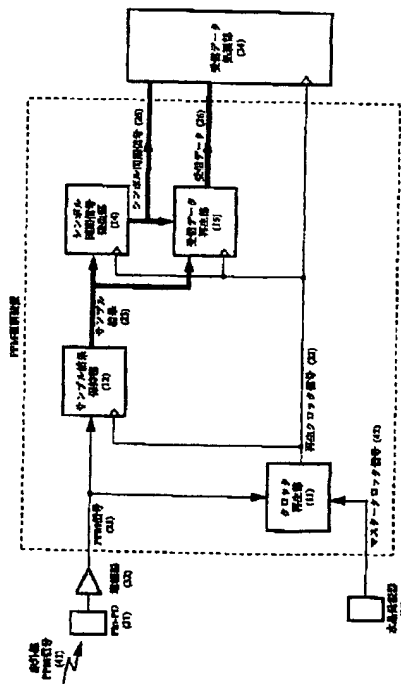
(74)代理人 弁理士 深見 久郎

(54)【発明の名称】 PPM復調装置

(57)【要約】

【課題】 PPM信号の受信パルス幅が本来のパルス幅の2倍程度まで延びた信号が入力された場合でも常に正しい復調を行なうことを目的とする。

【解決手段】 クロック再生部(11)によって、受信したPPM信号(21)から再生クロック信号が取出され、サンプル結果保持部(12)によって、PPM信号を再生クロックでサンプルした結果が保持され、シンボル同期信号発生部(14)によって受信したPPM信号(21)からシンボル同期が獲得され、サンプル結果と再生クロック信号とシンボル同期とに基づいて、受信データ再生部(15)によって過去複数回のサンプルの結果を解析して特有の手続により受信データの復調が行なわれる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1のレベルと第2のレベルとの間で変化するパルス所定のシンボル位置に挿入してパルス位置変調した受信データを復調するためのPPM復調装置であって、

前記パルス位置変調された受信データから再生クロック信号を取出すためのクロック再生手段、

前記クロック再生手段によって前記パルス位置変調された受信データをサンプリングし、その結果を保持するためのサンプリング結果保持手段、

前記受信データに基づいて、前記シンボル位置の同期を獲得するためのシンボル同期信号を発生するシンボル同期信号発生手段、および前記サンプリング結果保持手段によって保持されているサンプリングデータのうち、前記シンボル同期信号で示される同一のシンボル内での複数のパルススロット位置において、前記第2のレベルとなる受信データが存在したとき、前記シンボル内で最初に第2のレベルを検出したほうのパルススロット位置であるパルスを有効にする復調手段を備えた、PPM復調装置。

【請求項2】 前記復調手段は、前記同一シンボル内の連続したパルススロット位置において、前記第2のレベルとなる受信データが存在したとき、前記シンボル内で最初に第2のレベルを検出したほうのパルススロット位置であるパルスを有効化することを特徴とする、請求項1に記載のPPM復調装置。

【請求項3】 前記復調手段は、同一のシンボル内の複数のパルススロット位置において、前記第2のレベルのパルスを検出したとき、そのパルスのパルススロット位置のうちの1つが先頭のパルススロット位置であり、かつ直前のパルス位置においても前記第2のレベルのパルスを検出していた場合に限り、前記シンボル内の先頭パルス位置を除く他のパルス位置を決定することを特徴とする、請求項1に記載のPPM復調装置。

【請求項4】 さらに、前記再生クロック信号間で前記受信データの前縁を検出するためのエッジ検出手段を含み、

前記復調手段は、同一シンボル内の複数のパルススロット位置にて前記第2のレベルを検出したとき、そのうちの2つが先頭および2番目のパルススロット位置にありかつ直前のシンボルの最終パルス位置においても前記第2のレベルを検出しており、さらに先頭および2番目のパルススロットをサンプリングした時刻の間に前記エッジ検出手段によって前縁が検出されなかった場合は、前記シンボル内の先頭のパルススロットにパルスが存在していると判断することを特徴とする、請求項1ないし3のいずれかに記載のPPM復調装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はPPM復調装置に

関し、特に、光通信分野に用いられ、パルス信号を所定のシンボル位置に挿入してパルス位置変調(PPM)した受信データを復調するようなPPM復調装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】PPM変調方式は、パルス位置によって情報を伝送する方式であり、通常は便宜上4-PPM、16-PPMなどが好んで用いられる。

【0003】図18は4-PPMおよび16-PPMの変調波形の例を示す図である。図18において、4-PPM変調方式では、1ビットごとに情報を伝送するのではなく、2ビットごとに情報が伝送される。2ビット情報として考え得る組合せとしては00, 01, 10, 11の4種類があるが、これを4種類のパルス位置(0, 1, 2, 3)に変換して伝送される。パルスが存在し得る4種類の位置のそれぞれは「パルススロット」と呼ばれ、4つのパルススロットで構成された2ビットの情報を示す単位のことを「シンボル」と呼ばれる。

【0004】16-PPM変調方式の場合では、4ビットで16種類の情報(0000~1111)が0~15の16種類のパルス位置に変換して伝送が行なわれる。この場合には16個のパルススロットで構成されたそれぞれの単位が「シンボル」となる。

【0005】PPM変調方式の復調方法としては、従来より各種の方法が考えられているが、最も簡単な復調方法の1つは、PPMパルスに同期した再生クロックでサンプリングした結果、「H」レベルを検出したパルススロット位置にパルスが存在したとみなす方法である。以下に、従来のこの復調方法について詳細に説明する。

【0006】図19は上記復調手順をとる従来のPPM復調装置のシンボル同期獲得までの代表的なタイミングチャートである。図19から明らかなように、PPM信号には、同期をとるために特別なヘッダ部分がデータに付加されて送信される。ここではパルス同期獲得のためにプリアンプル部と、シンボル同期獲得のためにスタートフラグ部とがヘッダとしてPPMデータ部の前に付加されている。図19においては、よくわかるようにスタートフラグ部分には色がつけられている。受信機で受信され増幅された後のPPM信号21は、送信された直後のPPM波形と比較すると波形が多少歪んでいる。これは、一般に空間伝送などにPPM信号を用いた場合には、受信機側においてPPM波形が歪むからであり、波形の歪み具合は通信距離やデータレートなどにより影響を受ける。一般に受信機を構成する部品の時定数などのために、通信距離が長い場合には、受信パルスは遅くなる方向に歪み、通信距離が短い場合には受信パルスは太くなる方向に歪む。また、デバイスの高周波数応答速度などと比較してデータレートが高速である場合には歪の率が相対的に大きくなると考えられる。

【0007】図19では近距離での通信の場合を想定し

手段は、同一のシンボル内の複数のパルススロット位置において第2のレベルのパルスを検出したとき、そのパルスのパルススロット位置のうちの1つが先頭のパルススロット位置であり、かつ直前のパルス位置においても第2のレベルのパルスを検出していた場合に限り、シンボル内の先頭パルス位置を除く他のパルス位置が決定される。

【0018】請求項4に係る発明では、さらに再生クロック信号間で受信データの前縁を検出するためのエッジ検出手段が設けられ、請求項1の復調手段は、同一シンボル内の複数のパルススロット位置にて第2のレベルを検出したとき、そのうちの2つが先頭および2番目のパルススロット位置にあり、かつ直前のシンボルの最終パルス位置においても第2のレベルを検出しており、さらに先頭および2番目のパルススロットをサンプルした時刻の間に、エッジ検出手段によって前縁が検出されなかった場合は、シンボル内の先頭のパルススロットにパルスが存在していると判別される。

【0019】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の実施の形態1の全体の構成を示すブロック図である。図1において、外部から入力された微弱な赤外線PPM信号41はPin-PD31で受信され、増幅器32で増幅されることにより、デジタル信号レベルのPPM信号21となる。このPPM信号21はクロック再生部11とサンプル結果保持部12とに与えられる。クロック再生部11には外部の水晶発振器33から高周波のマスタクロック42が与えられる。クロック再生部11はマスタクロック信号42に基づいて、受信したPPM信号21から再生クロック信号22を取出してサンプル結果保持部12とシンボル同期信号発生部14と受信データ再生部15と受信データ処理部34とに与える。

【0020】サンプル結果保持部12は再生クロック信号22に基づいてPPM信号21をサンプルし、サンプル結果23を保持する。このサンプル結果23はシンボル同期信号発生部14と受信データ再生部15とに与えられる。シンボル同期信号発生部14は再生クロック信号22に基づいて、サンプル結果23からシンボル同期信号25を獲得する。獲得されたシンボル同期信号25は受信データ再生部15と受信データ処理部34とに与えられる。受信データ再生部15はサンプル結果23とシンボル同期信号25と再生クロック信号22とに基づいて受信データの復調を行なう。すなわち、受信データ再生部15はサンプル結果23から過去複数回のサンプルの結果を解析して特有の手続により受信データの復調を行なう。シンボル同期信号25と復調された受信データ26と再生クロック信号22は受信データ処理部34に与えられて処理される。

【0021】図2は図1に示したクロック再生部11の具体的な構成を示す図である。図2において、クロック

再生部11は位相比較部51とクロック発生部52とを含む。クロック発生部52は自己発振することによって再生クロック信号22を生成する。この再生クロック信号22は位相比較部51に与えられ、位相比較部51はマスタクロック信号42に基づいて、PPM信号21と再生クロック信号22との位相を比較し、位相制御信号61をクロック発生部52にフィードバックする。クロック発生部52は位相制御信号61によって再生クロック信号22の位相の調整を行なう。マスタクロック信号42の周波数は所望の再生クロック信号22の周波数の整数倍に選ばれる。この倍率が大きいほど、よりきめ細やかな位相制御が可能となる。倍率を8倍もしくは16倍程度に選べば、PPM信号21のパルスのほぼ中央で立上がる再生クロック信号22を得ることができる。

【0022】図3は図1に示したサンプル結果保持部12の具体的な構成を示す図である。図3において、サンプル結果保持部12はDタイプフリップフロップ121, 122, 123...12nを直列接続して構成され、先頭のDタイプフリップフロップ121のD入力にPPM信号21が入力され、各Dタイプフリップフロップ121, 122, 123...12nのクロック入力端に再生クロック信号22が入力される。そして、各Dタイプフリップフロップ121, 122, 123...12nからサンプル結果23が出力される。このサンプル結果23は図1に示したシンボル同期信号発生部14がスタートフラグパターンを認識するためと、受信データ再生部15が受信データを判定するために用いられる。シンボル同期信号発生部14はスタートフラグパターンの長さに相当するだけのサンプル結果23を必要とする。たとえば、前述の図19のタイミングチャートで示したスタートフラグパターン（送信PPM波形で色をつけた部分のパターン）を用いる場合には、パターンをパルススロット単位で記述すると、“1000 0000 1001 1000”と表わされるので、サンプル結果保持部12は16回分のサンプル結果23をシンボル同期信号発生部14に入力する必要がある。一方、受信データ再生部15では、過去3回分のサンプル結果SAMPLE [2...0]を参照して復調を行なうことができる。

【0023】図4は図1に示したシンボル同期信号発生部14の具体的な構成を示す図である。図4において、シンボル同期信号発生部14はパターン比較部53と2ビットバイナリカウンタ54とDタイプフリップフロップ141, 142とを含む。パターン比較部53にはサンプル結果23が入力される。そして、パターン比較部53はサンプル結果23のパターンがスタートフラグパターンに一致するか否かを検出する。このパターン比較部53はAND-ORの論理回路で簡単に実現できる。サンプル結果23がスタートフラグパターンに一致した場合、その一致信号はDタイプフリップフロップ141のD入力に与えられ、次の再生クロック信号22の立上

がりにてDタイプフリップフロップ141のQ出力の値が1サイクル分だけ「1」となり、そのQ出力がDタイプフリップフロップ142のプリセット入力として与えられる。Dタイプフリップフロップ142のQ出力は2ビットバイナリカウンタ54のenable入力に与えられる。2ビットバイナリカウンタ54はenable状態になると、再生クロック信号22が入力されるごとにカウントアップする。そして、2ビットバイナリカウンタ54の出力COUNT[1..0]がシンボル同期信号25になる。

【0024】図5は図1に示した受信データ再生部15の具体的な構成を示す図である。受信データ再生部15はデコーダ55と第1パルス決定部56と受信PPMデータ判定部58と受信データサンプル部59とを含む。デコーダ55はシンボル同期信号25をデコードし、シンボル同期信号25のCOUNT[1..0]の値が0, 1, 2, 3のときにそれぞれ「H」レベルになる信号COUNTis0, COUNTis1, COUNTis2, COUNTis3を出力する。第1パルス決定部56にはデコーダ55からCOUNTis0とCOUNTis3とサンプル結果23のSAMPLE[0], SAMPLE[1]と再生クロック信号22が入力され、再生クロック信号22に基づいてシンボル内で有効とみなされる第1パルスが検出されたか否かが決定される。第1パルス決定部56の出力である1stPULSE62は受信PPMデータ判定部58に与えられる。この受信PPMデータ判定部58はCOUNT[1..0]とSAMPLE[0]と第1パルス決定部56の出力を参照しながら実際にPPM復調を行なう。受信データサンプル部59は受信PPMデータ判定部58の復調結果を適当なタイミングでサンプルして受信データを整然として出力する。

【0025】図6は図5に示した第1パルス決定部56の具体的な構成を示す図である。図6において、第1パルス決定部56はインバータ561とANDゲート562, 563とORゲート564とDタイプフリップフロップ565とを含み、シンボル内で有効とみなされるパルスが一度もサンプルされていない状況のときに「H」レベルになり、有効とみなされるパルスがサンプルされた後は「L」に落ちる信号1stPULSE62が第1パルス決定部56から出力される。

【0026】図7は図5に示した受信PPMデータ判定部58の具体的な構成を示す図である。受信PPMデータ判定部58はANDゲート581とインバータ582とMUX583とDタイプフリップフロップ584, 585を含む。MUX583は2つの入力S1, S2を含み、入力S1には受信PPMデータ判定部58の出力であるPPMVALUE[1..0]64が入力され、入力S2にはCOUNT[1..0]25が入力される。そして、MUX583は選択スイッチ入力s1, s2の

入力に応じて入力S1, S2のいずれか一方を出力する。選択スイッチ入力s1にはSAMPLE[0]と1stPULSE62の入力を受けるANDゲート581の出力をインバータ582で反転して与えられ、切換スイッチ入力s2にはANDゲート581の出力が与えられる。

【0027】図8は図5に示した受信データサンプル部の具体的な構成を示す図である。図8において、受信データサンプル部59は2個のDタイプフリップフロップ591, 592とインバータ593とを含む。シンボル同期信号25のカウント値が0であるときにその前のシンボルに対するPPMVALUE[1..0]64の値が確定しているので、その間の再生クロック信号22の立下がりデータでデータをラッチしてサンプルすることにより、Dタイプフリップフロップ591, 592は復調後の受信データRxDATA[1..0]26を確定する。

【0028】図9および図10はこの発明の実施形態1の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【0029】次に、図1～図10を参照して、この発明の実施形態1の動作についてより詳細に説明する。図1に示すように、赤外線信号41がPin-PD31によって受信され、増幅器32で増幅されることにより、図9(a)に示すようなPPM信号21となる。クロック再生部11は水晶発振器33からのマスタクロック信号42に基づいて、PPM信号21に同期した図9(b)に示すような再生クロック信号22を生成する。

【0030】サンプル結果保持部12は、図3で説明したように、Dタイプフリップフロップ121, 122, 123...12nが再生クロック信号22に基づいてPPM信号21をサンプルし、そのサンプル結果23として図9(c)～(e)に示すようなSAMPLE0, 1, 2...をシンボル同期信号発生部14と受信データ再生部15とに出力する。

【0031】シンボル同期信号発生部14は、図4で説明したように、パターン比較部53がサンプル結果23のパターンとスタートフラグパターンとを比較し、一致すれば2ビットバイナリカウンタ54が再生クロック信号22の計数を開始する。この2ビットバイナリカウンタ54の計数値は、図9(f)に示すようになる。ここで、2ビットバイナリカウンタ54の初期値を0に設定することにより、COUNT[1..0]の値とSAMPLE[0]の表わすパルス位置とを一致させることができる。すなわち、図9で説明すると、PPM信号21の最初のパルス位置は「1」であるが、そのパルスに対応してSAMPLE[0]が「H」になる時点でのCOUNT[1..0]の値も「1」となる。また、最後のパルス位置は「2」であるが、そのパルスに対応してSAMPLE[0]が「H」レベルになる時点でのCOUNT[1..0]の値も「2」となっている。

【0032】次に、受信データ再生部15はサンプル結果23とシンボル同期信号25の情報に基づいて復調を行なう。この復調動作は基本的には図9に示すシンボル(A), (B), (C)に対する復調動作を見れば明らかなように、シンボル内で最初にSAMPLE[0]が「H」レベルになった時点での図9(f)に示すCOUNT[1..0]の値のパルスが送信されたものとして判定される。

【0033】しかしながら、図9でシンボル(D)に対する復調動作に示すように、シンボルの「0」のパルス位置でSAMPLE[0]が「H」レベルになった場合、もし直前のシンボルの「3」のパルス位置においてもSAMPLE[0]が「H」レベルになっていた場合には、そのパルスが今回のシンボルの「0」の位置にまで延びてきている可能性があると考えられるため、今回のシンボルのパルス位置が「0」であったと即断するのは止め、保留にされる。そして、その後シンボル内の別の位置でもSAMPLE[0]が「H」レベルになった場合には、そちらのほうのパルスが送信されたものと判定される。しかし、その後シンボル内でSAMPLE[0]が「H」レベルにならなかった場合には、送信パルス位置は「0」であったと判定する。この判定動作が受信データ再生部15によって行なわれる。その詳細について以下に説明する。

【0034】受信データ再生部15内のデコーダ55はCOUNT[1..0]をデコードし、COUNT値が0, 1, 2, 3のいずれであるかを示すCOUNTis0, 1, 2, 3を生成する。そして、第1パルス決定部56は図9(g)に示すようなシンボル内で有効とみなされる第1パルスが検出されたか否かを示す1stPULSE62を生成し、受信PPMデータ決定部58に与える。

【0035】ここで、図6に示す第1パルス決定部56の動作についてより詳細に説明する。シンボル同期信号25カウント値が「3」のときは次から新しいシンボルが始まるので、COUNTis3がORゲート564を介してDタイプフリップフロップ565のD入力に与えられ、再生クロック信号22の立上がりと同時にDタイプフリップフロップ565の出力が「1」にセットされる。この1stPULSE=1であり、SAMPLE[0]=0である間、すなわちパルスが検出されない間はインバータ561の出力が「H」レベルとなり、ANDゲート562は開かれ、「H」レベル信号がDタイプフリップフロップ565のD入力に与えられるので、1stPULSE=1のままとなる。そして、1stPULSE=1のときにパルスが検出されてSAMPLE[0]=1になると、ANDゲート562が閉じられ、Dタイプフリップフロップ565のD入力に「L」レベルになるため、1stPULSE=0になる。

【0036】ただし、パルスが検出された際に、シンボ

ル同期信号25のカウント値が0、すなわちCOUNTis0=1であり、また過去2回のサンプル結果23のSAMPLE[0], [1]がいずれも「H」レベルであった場合には、今回検出されたパルスは、前のシンボルのパルス位置が3であったものが延びてきてサンプルされただけである可能性があるため、ANDゲート563が開かれ、1stPULSE=1のままにされる。これは、図9(D)のシンボルに対応する。この場合でも、図9(h)に示すように、PPMVALUE[1..0]は取敢えずその時点でのカウント値が「0」に更新されるので、同じシンボル内に新たなパルスが検出されなければ、受信PPMデータ判定部58においてカウント値「0」の位置に正しいパルスが存在したものと判定される。しかし、1stPULSEが「H」レベルのままであるので、同じシンボル内の後ろのほうで新たなパルスが検出された場合には、受信PPMデータが判定部58においてそのときのカウント値にさらに更新されることになる。

【0037】次に、受信PPMデータ判定部58は、図7に示すように、サンプル結果が1(SAMPLE[0]=1)でありかつそれがシンボル内で最初のパルスであるとみなされる場合(1stPULSE=1)では、ANDゲート581の出力が「H」レベルとなつて、MUX583は入力S2を選択する。そして、Dタイプフリップフロップ584, 585が再生クロック信号22の立上がりと同時に、それまでのPPMVALUE[1..0]の値からシンボル同期信号のカウント値(COUNT[1..0])に更新される。そうでない場合には、入力S1が選択されて、PPMVALUE[1..0]の値は以前の値が保持される。

【0038】そして、受信データサンプル部59は図8に示すように、COUNTis0が「H」レベルになったとき、その前のシンボルに対するPPMVALUE[1..0]64の値が確定しているため、その間の再生クロック信号22の立下がりデータがサンプルされ、図9(j)に示すように、受信データRxDATA[1..0]が再生される。図9(j)の結果から明らかなように、すべての場合においてデータが正しく復調されていることがわかる。すなわち、図9(j)に示す受信データRxDATA[1..0]が図9(a)に示すPPM信号21のパルス値と同じ値になっている。

【0039】ところで、上述の図1~図8に示した実施形態1では、図10(a)に示すPPM信号21のシンボル(A), (B)あるいは(C), (D)の場合のように、0および1のパルス位置と直前のシンボルのパルス位置の合計3つのパルス位置のサンプル結果が「H」レベルになったとき、後ろのシンボルは正しく復調されない場合がある。すなわち、シンボル(A), (B)の場合には正しく復調されているが、シンボル(C), (D)の場合には復調に失敗している。そのため、通信

パルスの位置が3, 1, 3, 0であるにもかかわらず、データRxDATA[1..0]の値は3, 1, 3, 1となってしまう。実施形態1で復調を失敗するのは、このシンボル(C), (D)のような波形入力があった場合のみであり、この波形入力を以降「重複パルス伸長波形」と呼ぶ。このような不具合を解消した実施形態2について以下に説明する。

【0040】図11は実施の形態2の全体の構成を示すブロック図である。この図11に示した例は、図1に示したPPM復調装置にエッジ検出結果保持部13が新たに付加され、さらに受信データ再生部15に改良が加えられており、それ以外の構成は図1と同じである。

【0041】エッジ検出結果保持部13は、前述の図10で説明した不具合を解消するために設けられている。すなわち、波形の歪が大きい場合には、図10(a)の左側に示すように、3, 1のPPM信号21を送信した場合と、右側のように3, 0のPPM信号を送信した場合とで、復調のデータRxDATA[1..0]の値が全く同じになってしまう。このように大幅に波形が歪んだ場合にでも、常に正確な判定を行なうために、受信データ再生部15にサンプル結果23を与えるだけでは不十分であり、さらにエッジ検出結果24の情報をを用いる必要がある。

【0042】図12は図11に示したエッジ検出結果保持部13の具体例を示す図である。図12において、エッジ検出結果保持部13はDタイプフリップフロップ131, 132を含み、Dタイプフリップフロップ131のD入力には電源電圧VCCが与えられ、クロック入力端にはPPM信号21が与えられ、そのQ出力からEDGE[0]信号が出力され、Dタイプフリップフロップ132のD入力に与えられる。Dタイプフリップフロップ132のクロック入力端には再生クロック信号22が与えられ、そのQ出力からEDGE[1]信号が出力され、その反転出力はDタイプフリップフロップ131にクリア信号として与えられる。したがって、Dタイプフリップフロップ131はPPM信号21の立上がりでそのQ出力が「H」レベルとなり、次の再生クロック信号22の立上がりでDタイプフリップフロップ132のQ出力が「H」レベルになる。

【0043】図13は図11に示した受信データ再生部15の構成を示す図である。この受信データ再生部15は例外判定部57が新たに設けられ、この例外判定部57の出力のPPMVALUEis0信号63が受信PPMデータ判定部58に与えられている点においてのみ図5に示した受信データ再生部15と異なっている。

【0044】図14は図13に示した例外判定部の構成を示す図である。図14において、例外判定部57はインバータ571とANDゲート572を含む。インバータ571はEDGE[1]信号を反転してANDゲート572の1つの入力端に与え、ANDゲート572の

他の入力端にはCOUNTis1とSAMPLE[2], [1], [0]が与えられる。そして、ANDゲート572からPPMVALUEis0信号63が出力される。この信号は、パルスが検出された際に、シンボル同期信号25のカウント値が1(COUNTis1)であり、過去3回のサンプル結果23がいずれも「H」レベルであり、さらに最も最近のサンプル時刻とその前のサンプル時刻との間にPPM信号の立上がりエッジが存在しなかった場合に限り「H」レベルとなる。

【0045】図15は図13に示した受信PPMデータ判定部58の構成を示す図である。この図15に示した受信PPMデータ判定部58は前述の図7に示したものに比べて、MUX586が入力S3と選択スイッチs3とを有しており、さらにインバータ587とANDゲート588, 589が設けられている点において異なっている。例外判定部57からのPPMVALUEis0信号63はインバータ587で反転されてANDゲート588, 589のそれぞれの一方入力端に与えられるとともに、選択スイッチ入力s3に与えられる。ANDゲート588の他方入力端にはインバータ582の出力が与えられ、ANDゲート589の他方入力端にはANDゲート581の出力が与えられる。

【0046】図16および図17はこの発明の実施形態2の具体的な動作を説明するためのタイミングチャートである。

【0047】次に、図11～図17を参照して、実施形態2の動作について説明する。図11において、クロック再生部11とサンプル結果保持部12とシンボル同期信号発生部14の動作は前述の実施の形態1と同じであるため、その動作説明を省略し、この実施形態2の特徴であるエッジ検出結果保持部13の動作について説明する。図16(a)に示すPPM信号21が「H」レベルに立上がると、その立上がりエッジをクロックとしてエッジ検出結果保持部13のDタイプフリップフロップ131がセットされ、図16(f)に示すように、そのQ出力であるEDGE0が「H」レベルに立上がる。そして、図16(b)に示す再生クロック信号22が立上がると、Dタイプフリップフロップ132がセットされ、図16(g)に示すように、そのQ出力であるEDGE1が「H」レベルに立上がる。なお、Dタイプフリップフロップ132のQ出力が「H」に立上がると、Dタイプフリップフロップ131はクリアされるため、この間は新しい立上りを検出することはできないが、PPM信号21の波形から考えると、2回連続して立上がることはないため、特に問題はない。

【0048】図13に示す受信データ再生部15は、このエッジ検出結果EDGE[1..0]の情報を参照して復調を行なう。まず、例外判定部57はCOUNTis1, SAMPLE[0], [1], [2]およびEDGE[1]の各情報に基づいて重複パルス伸長波形が発

生したかどうかを判定する。すなわち、図17のシンボル(C)、(D)のように入力があった場合には、図17(h)に示すシンボル同期信号25のカウント値が「1」であるときに、図17(c)、(d)、(e)に示す過去3回のサンプル結果23がいずれも「H」レベルとなり、さらに最も最近のサンプル時刻とその前のサンプル時刻との間にPPM信号21の立上がりが存在せず、図17(g)に示すEDGE[1]が「L」レベルになるが、これらの条件が揃ったときに例外判定部57は、図17(j)に示すように「H」レベルのPPMVALUEis0信号63を出力する。

【0049】PPMVALUEis0信号63が「H」レベルになると、図15に示す受信PPMデータ判定部58のインバータ587の出力が「L」レベルとなってANDゲート588、589が閉じられ、MUX586は「H」レベルのPPMVALUEis0信号63に基づいて、入力S3を選択する。入力S3には2ビットが0となるB'00'が設定されており、MUX586は2ビットの0をDタイプフリップフロップ584、585にセットする。その結果、図17(k)に示すように、PPMVALUE[1..0]が0に設定される。したがって、実施形態1ではシンボル(D)に対してPPMVALUE[1..0]=1と誤って復調されていたが、この実施形態2では、例外処理としてPPMVALUE[1..0]=0と正しく復調されている様子がわかる。

【0050】なお、受信PPMデータ判定部58は、重複パルス伸長波形が発生していないとき(PPMVALUEis0=0のとき)でサンプル結果が「1」(SAMPLE[0]=1)で、かつそれがシンボル内で最初のパルスであるとみなされる場合(1stPULSE=1)では、入力S2を選択し、再生クロック信号22の立上がりと同時にPPMVALUE[1..0]の値をシンボル同期信号のカウント値(COUNT[1..0])に更新する。それらのいずれでもない場合には、受信PPMデータ判定部58は入力S1を選択し、PPMVALUE[1..0]の値を以前の値に保持する。

【0051】

【発明の効果】以上のように、従来のPPM復調装置ではPPM信号の受信パルス幅が本来のパルス幅の1.5倍程度以上に延びてしまっているような信号が入力された場合にはエラーが発生するか、もしくは受信失敗に陥る可能性が非常に大きくなっていたのに対して、この発明によれば、PPM信号の受信パルス幅が本来のパルス幅の2倍程度まで延びてしまっているような信号が入力された場合でも常に正しい復調を行なうことが可能となる。また、この発明のPPM復調装置に接続する増幅器などはパルスを増幅する際の出力パルス幅の制限が緩やかですむため、AGCなどの複雑な構成をとることなく単純な回路で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1の全体の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示したクロック再生部の具体的な構成を示す図である。

【図3】図1に示したサンプル結果保持部の具体的な構成を示す図である。

【図4】図1に示したシンボル同期信号発生部の具体的な構成を示す図である。

【図5】図1に示した受信データ再生部の具体的な構成を示す図である。

【図6】図5に示した第1パルス決定部の具体的な構成を示す図である。

【図7】図5に示した受信PPMデータ判定部の具体的な構成を示す図である。

【図8】図5に示した受信データサンプル部の具体的な構成を示す図である。

【図9】この発明の実施形態1の具体的な動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図10】この発明の実施形態1の具体的な動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図11】この発明の実施形態2の全体の構成を示すブロック図である。

【図12】図11に示したエッジ検出結果保持部の具体的な構成を示す図である。

【図13】図11に示した受信データ再生部の具体的な構成を示す図である。

【図14】図13に示した例外判定部の具体的な構成を示す図である。

【図15】図13に示した受信PPMデータ判定部の具体的な構成を示す図である。

【図16】この発明の実施形態2の具体的な動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図17】この発明の実施形態2の具体的な動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図18】PPM変調方式の波形を示す図である。

【図19】従来のPPM復調装置のタイミングチャートを示す図である。

【図20】従来のPPM復調装置において復調を失敗する場合のタイミングチャートを示す図である。

【図21】従来のPPM復調装置にて復調を失敗する場合のタイミングチャートを示す図である。

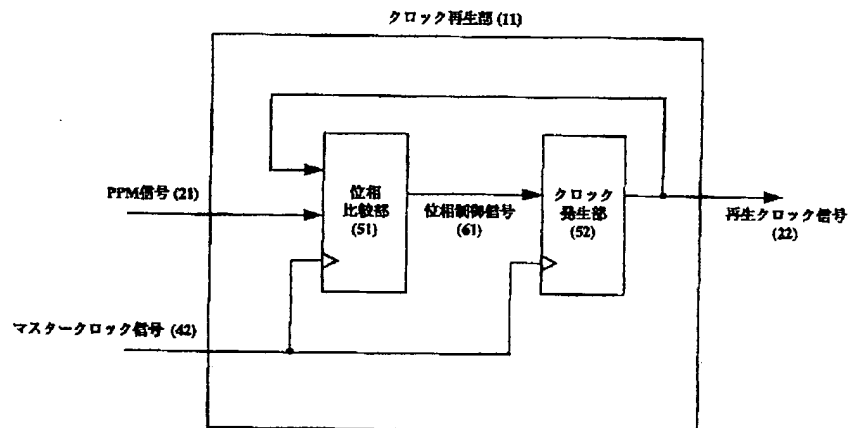
【符号の説明】

- 11 クロック再生部
- 12 サンプル結果保持部
- 13 エッジ検出結果保持部
- 14 シンボル同期信号発生部
- 15 受信データ再生部
- 21 PPM信号
- 22 再生クロック信号

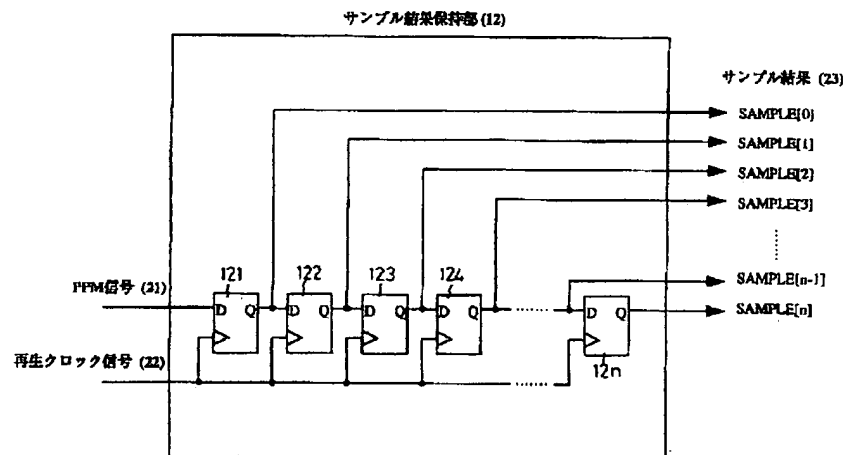


- |                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| 23 サンプル結果       | 57 例外判定部                         |
| 24 エッジ検出結果      | 58 受信PPMデータ判定部                   |
| 25 シンボル同期信号     | 59 受信データサンプル部                    |
| 26 受信データ        | 61 位相制御信号                        |
| 31 Pin-PD       | 62 1st PULSE信号                   |
| 32 増幅器          | 63 PPMVALUEis0信号                 |
| 33 水晶発振器        | 64 PPMVALUE[1..0]信号              |
| 34 受信データ処理部     | 112, 122...12n, 131, 132, 141, 1 |
| 41 赤外線PPM信号     | 42, 565, 584, 585, 591, 592 Dタ   |
| 42 マスタクロック信号    | イプフリップフロップ                       |
| 51 位相比較部        | 561, 571, 582, 587, 593 インバータ    |
| 52 クロック発生部      | 562, 563, 572, 581, 588, 589 A   |
| 53 パターン比較部      | NDゲート                            |
| 54 2ビットバイナリカウンタ | 564 NORゲート                       |
| 55 デコーダ         | 583 MUX                          |
| 56 第1パルス決定部     |                                  |

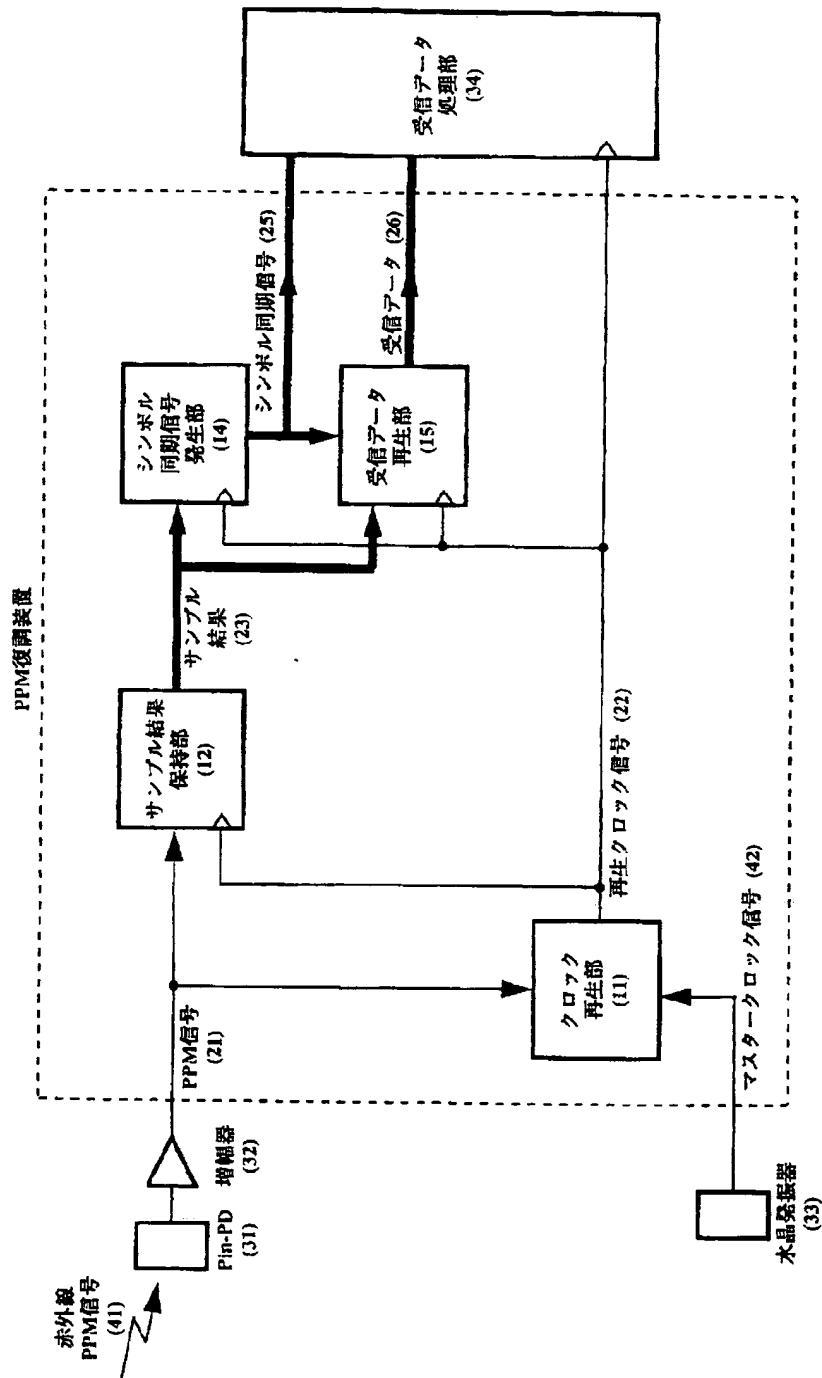
【図2】



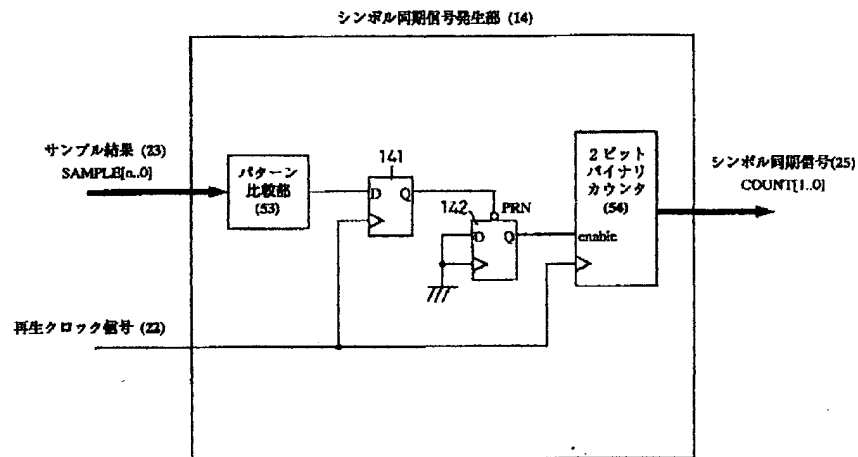
【図3】



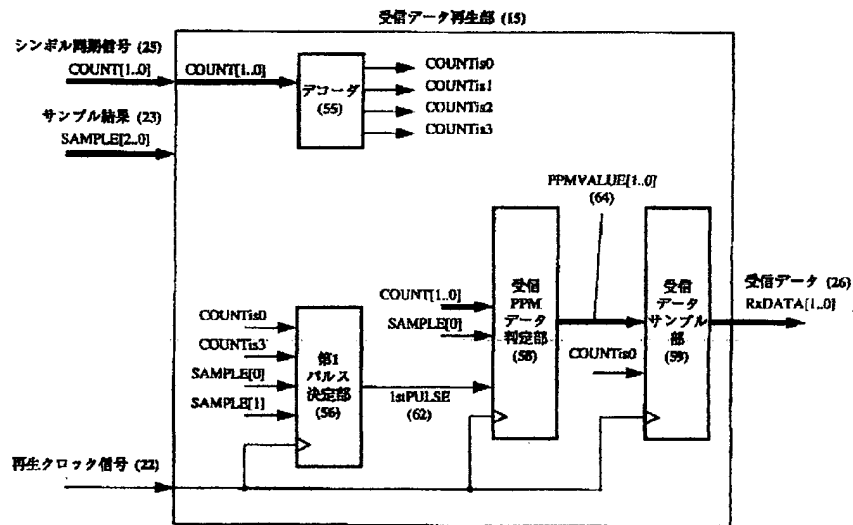
【図1】



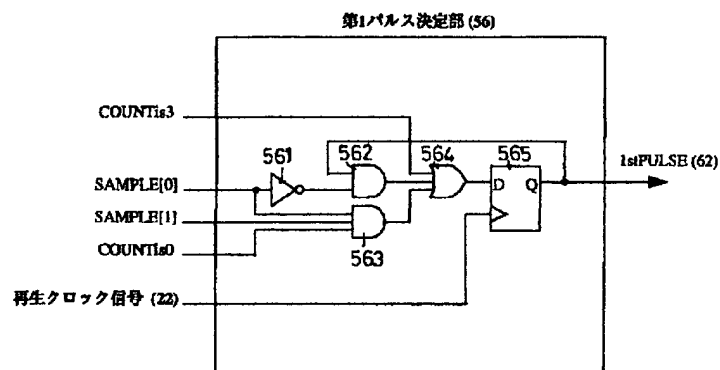
【図4】



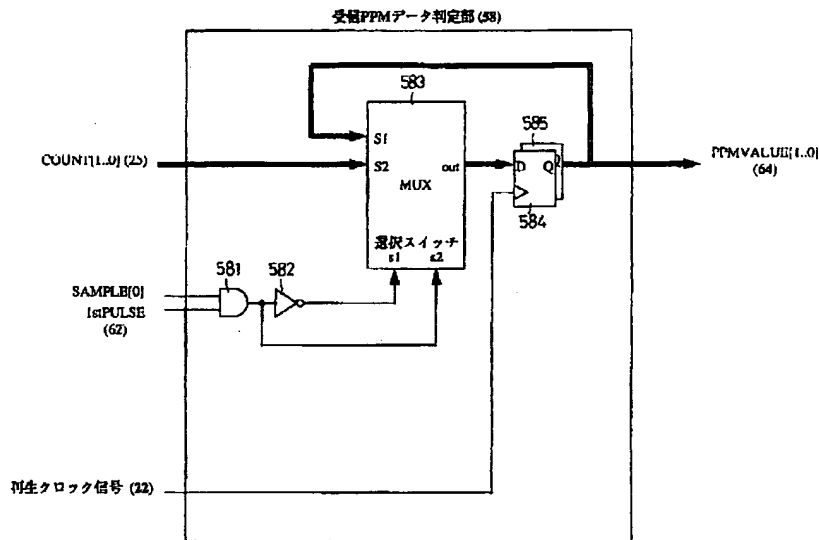
【図5】



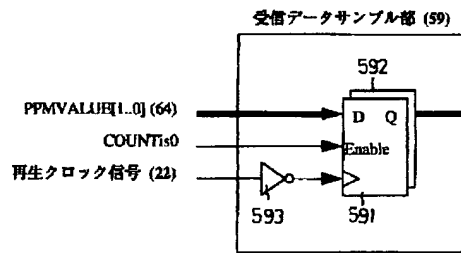
【図6】



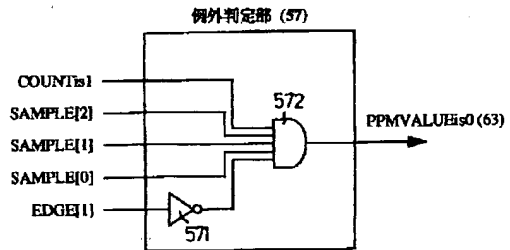
【図7】



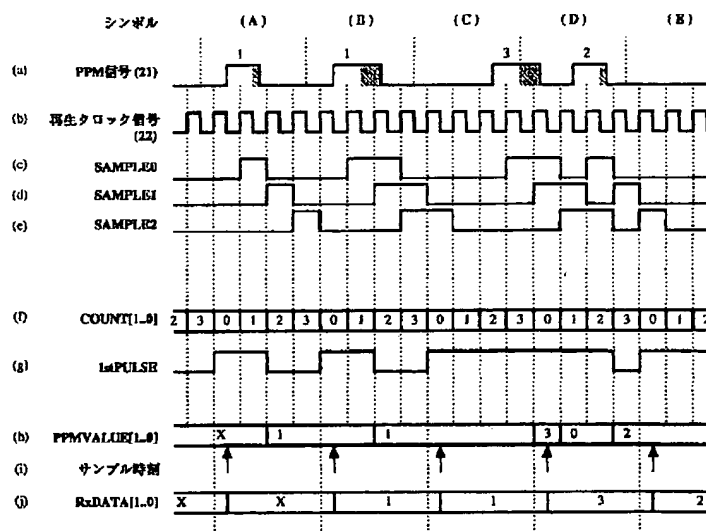
【図8】



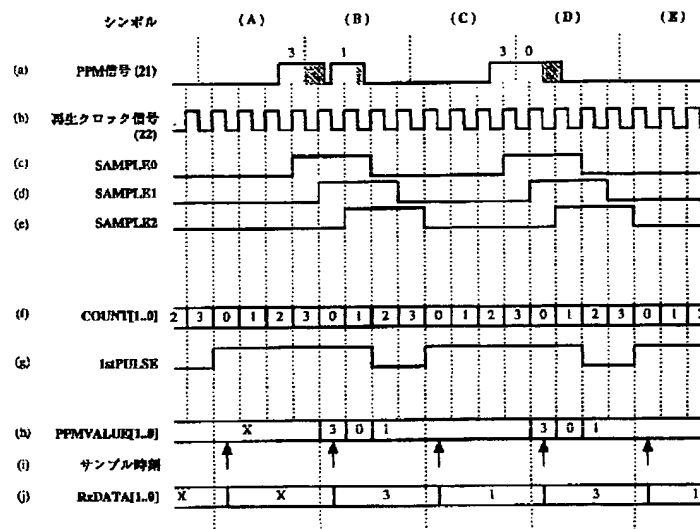
【図14】



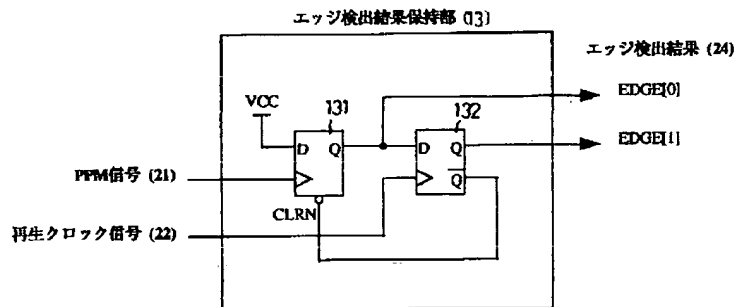
【図9】



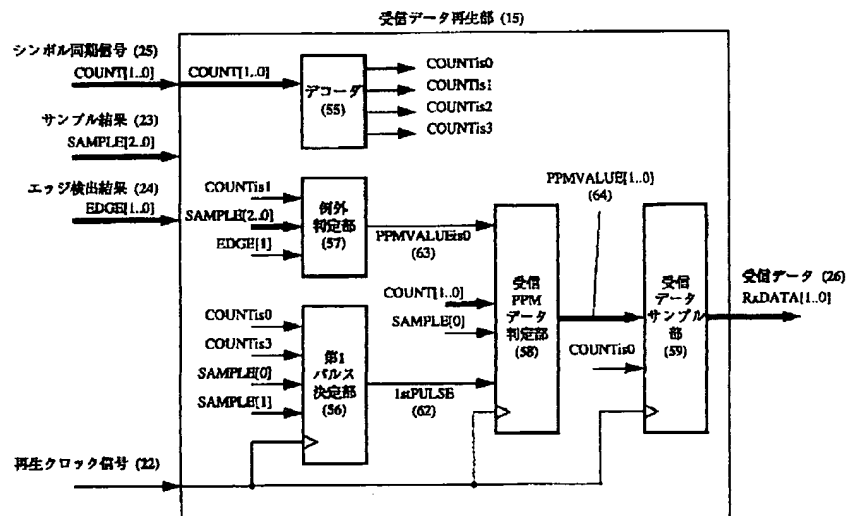
【図10】



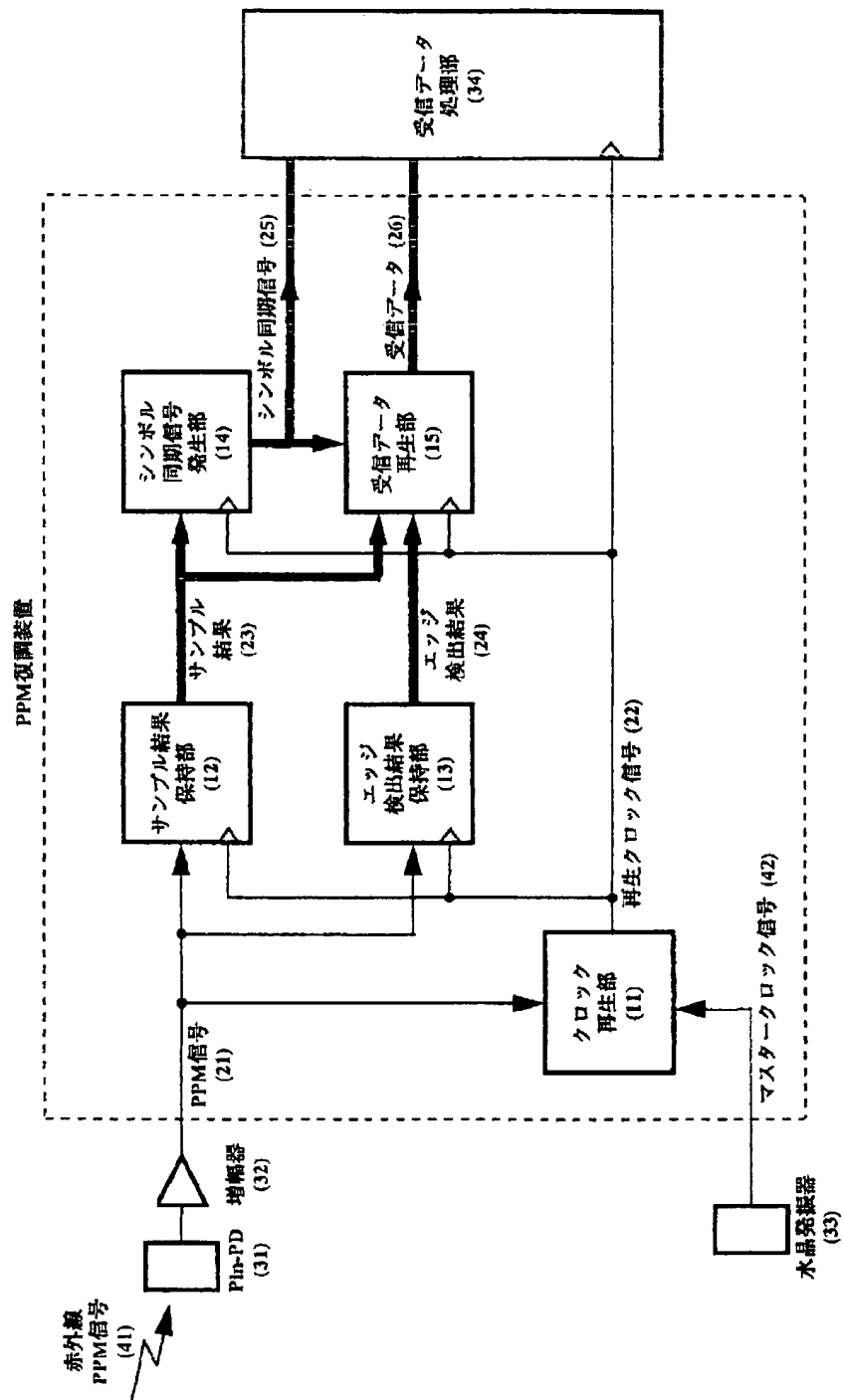
【図12】



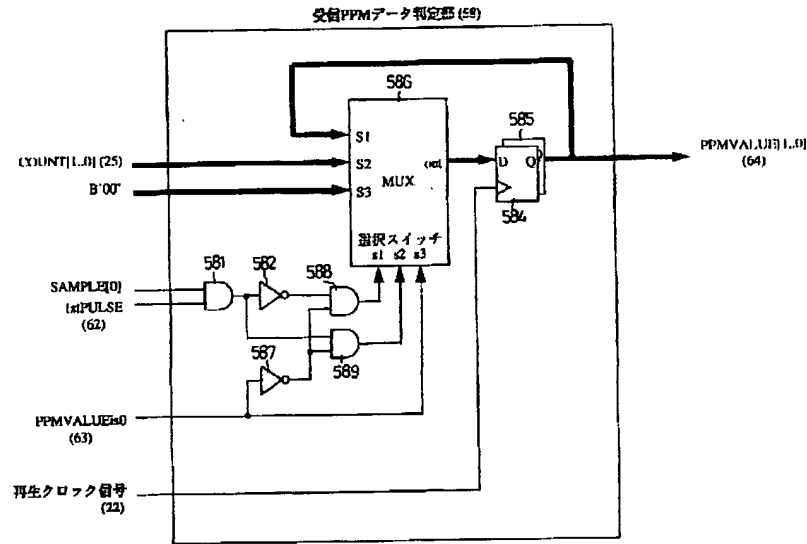
【図13】



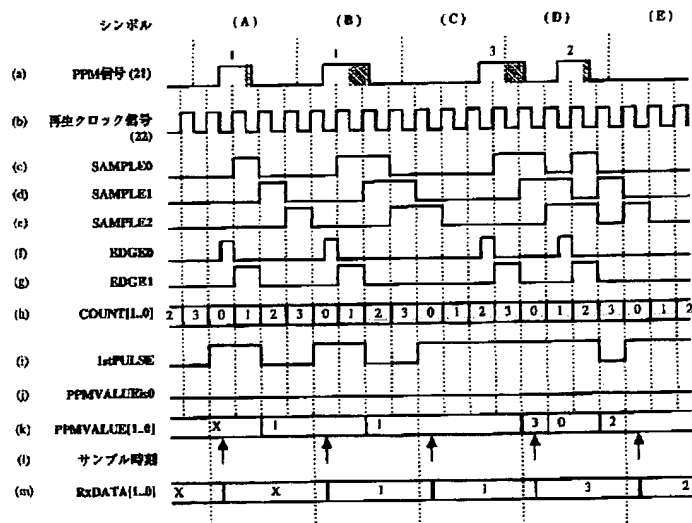
【図11】



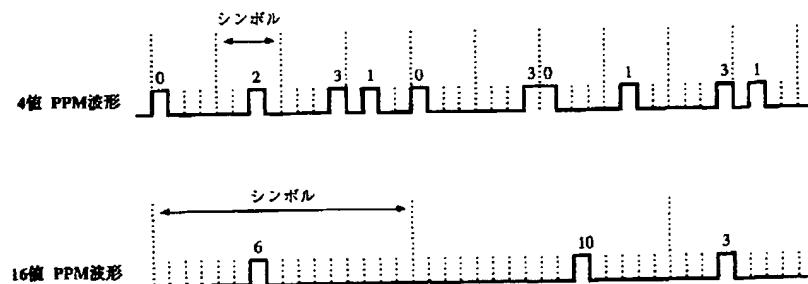
【図15】



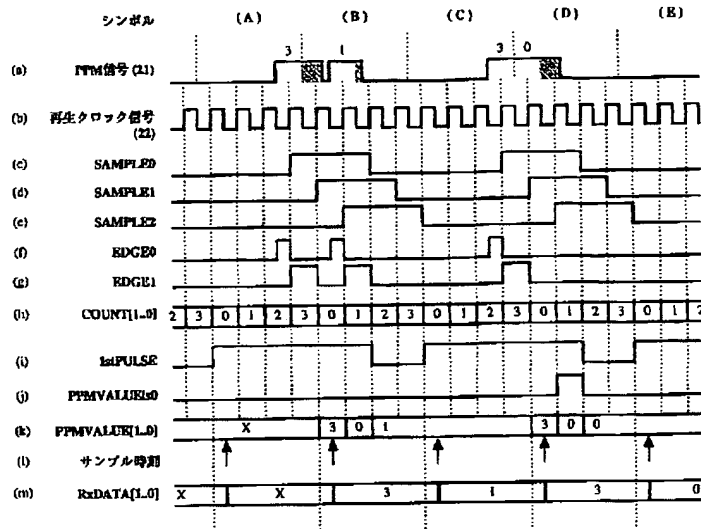
【図16】



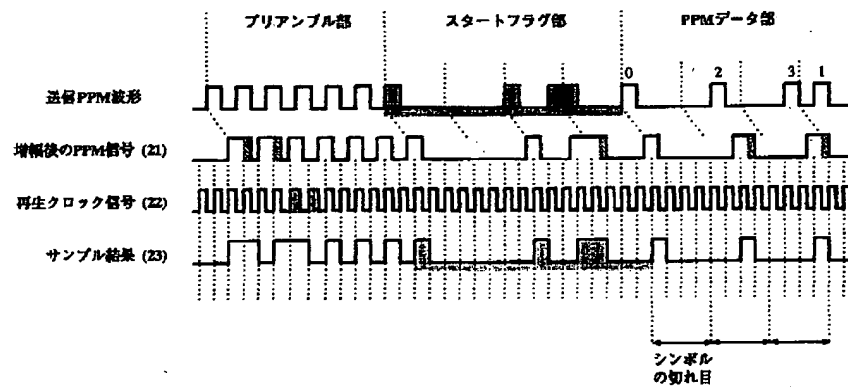
【図18】



【図17】

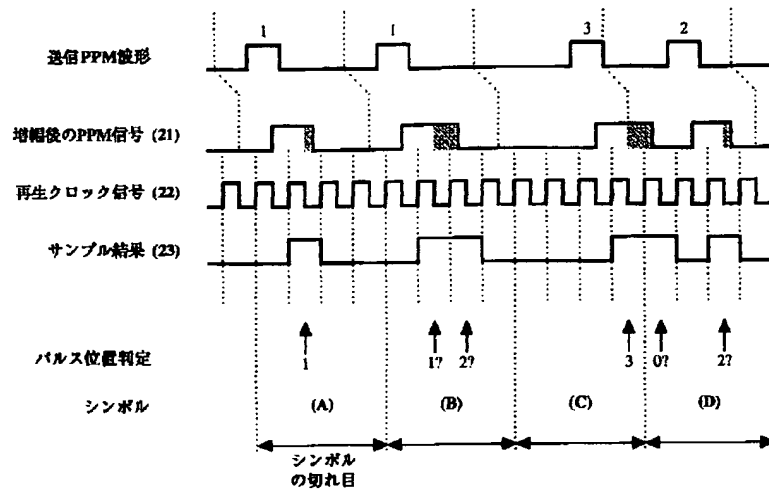


【図19】





【図20】



【図21】

